

**Der Einfluß intensiver Belastung
auf das Elektrokardiogramm
ausdauertrainierter Alterssportler**

von

Ingrid Caesar

aus

Freckenhorst/Westfalen

1970 № 420

Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Medizinischen Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. med. C. Korth

Der Einfluß intensiver Belastung auf das Elektrokardiogramm ausdauertrainierter Alterssportler

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt

von

Ingrid Caesar

aus

Freckenhorst/Westfalen

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen - Nürnberg



Dekan : Prof. Dr. med. Wolfgang Schiefer

Referent : Prof. Dr. med. Carl Korth

Tag der mündlichen Prüfung : 4. August 1970

Meinem verehrten Lehrer,

Herrn Professor Dr. med. Carl K o r t h ,
Vorstand der Medizinischen Poliklinik
der Universität Erlangen - Nürnberg,

danke ich für die Überlassung des Themas der vor-
liegenden Arbeit und für die Übernahme des Referates.

Weiterhin gilt mein herzlicher Dank dem Leiter
dieser Arbeit, Herrn Dr. med. Erich L a n g ,
für den fachlichen Rat und viele praktische Hinweise,
mit denen er zum Gelingen beitrug.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
<u>Einleitung</u>	1
<u>Methodik</u>	3
<u>Ergebnisse und Diskussion</u>	
Rhythmus und Rhythmusstörungen im Elektrokardiogramm ausdauertrainierter Alterssportler im Anschluß an einen 5000-Meter-Lauf	5
Veränderungen der elektrischen Herzachse nach einem Langlauf über 5000 Meter	10
Veränderungen des Vorhofelektrokardiogrammes ausdauertrainierter Alterssportler im Anschluß an eine intensive Dauerbelastung	13
Das Kammerelektrokardiogramm ausdauertrainierter Alterssportler unter dem Einfluß eines Langlaufes über 5000 Meter	19
Kasuistik	31
Schlußfolgerung	37
<u>Zusammenfassung</u>	38
<u>Literaturnachweis</u>	40

Einleitung

Physiologische und pathophysiologische Einflüsse auf das Herz des Menschen spiegeln sich nicht nur in der Haemodynamik, sondern auch in den elektrischen Aktionspotentialen wider und finden somit ihren Ausdruck im Elektrokardiogramm. So ist bekannt, daß es im Elektrokardiogramm unter dem Einfluß des Alterns nicht nur zu einer Verschiebung der elektrischen Herzachse nach links kommt (SCHMIDT, KORTH u.a.), sondern daß auch die einzelnen Zeitphasen des Elektrokardiogramms in ihrer Dauer zunehmen (BÜRGER). Dies konnte insbesondere für die Überleitungszeit (SCHEER und ALBERS), für die intraventriculäre Erregungsausbreitung (KOSSMANN) und für die QT-Dauer nachgewiesen werden (MICHEL, LEPESCHKIN). Doch auch wenn das Herz eine Mehrarbeit leisten muß, wie sie etwa schwere körperliche Anstrengungen oder ein sportliches Ausdauertraining fordern, so wird dies in typischen Veränderungen im Elektrokardiogramm nachzuweisen sein. Da diese Belastung beide Kammern betrifft, so werden wir eine physiologische proportionale Herzhypertrophie beider Kammern zu erwarten haben, die elektrokardiographisch nahezu stumm bleibt (SCHMIDT). Dennoch lassen sich beim Sportler bei genauerer Analyse des Elektrokardiogramms Abweichungen von der Norm finden, die in einer größeren Amplitude der

QRS-Gruppen, in einer Verlängerung der QR-Zeit und in einer leichten Rechtsverspätung bestehen. Daneben weisen eine Sinusbradycardie und hohe T-Wellen bei relativ niedrigen P-Zacken auf eine Umstellung des vegetativen Tonus in Richtung Vagotonie hin.

Wie wird sich nun das Elektrokardiogramm, das einerseits durch die Alterungsvorgänge des Herzens geprägt ist, andererseits durch ein Ausdauertraining Merkmale des Sportherzens angenommen hat, unter dem Einfluß einer intensiven körperlichen Belastung verhalten?

Wir hatten Gelegenheit, diese Frage an ausdauertrainierten Alterssportlern anlässlich ihrer Teilnahme an einem Langlauf über 5000 Meter zu untersuchen.

Methodik

Untersuchungsgut

Es wurden insgesamt 51 Alterssportler, die das 55. Lebensjahr erreicht oder bereits überschritten hatten, im Anschluß an einen 5000-Meter-Lauf elektrokardiographisch untersucht. Von ihnen waren 14 zwischen 55 und 60 Jahre (Gruppe I), 21 zwischen 61 und 65 Jahre (Gruppe II), 8 zwischen 66 und 70 Jahre (Gruppe III), 4 zwischen 71 und 75 Jahre (Gruppe IV) und 4 über 75 Jahre alt (Gruppe V).

Fast alle Teilnehmer am 5000-Meter-Lauf hatten sich seit Jahren, zum Teil seit Jahrzehnten, einem Ausdauertraining unterzogen und ihre körperliche Leistungsfähigkeit in vielen Sportveranstaltungen erprobt. Aus technischen Gründen war es nicht möglich, bei allen 100 Teilnehmern direkt nach dem Lauf ein Elektrokardiogramm zu registrieren. Beim Vergleich mit den Ruhewerten (GRUNWALD) ist daher zu berücksichtigen, daß die Anzahl der ausgewerteten Ruhe-EKG fast doppelt so hoch lag wie die Zahl der nach Belastung gewonnenen Herzstromkurven.

Untersuchungsmethode

Bei allen Sportlern wurden die 3 Standardableitungen nach EINTHOVEN, die 3 GOLDBERGER-Ableitungen und 6 unipolare Brustwandableitungen nach WILSON mittels des CARDIREX-Sechsfachschreibers registriert. Um die Elektrokardiogramme möglichst direkt im Anschluß an die Belastung zu gewinnen, war es notwendig, gleichzeitig 6 Registriergeräte einzusetzen. Die Elektroden wurden jeweils von 2 Hilfspersonen angelegt, um keinerlei Zeitverzögerung in Kauf nehmen zu müssen.

Infolge technischer Fehler wurden in einem Falle das gesamte Brustwand-EKG und in 6 weiteren Fällen die Ableitungen V_5 und V_6 als unauswertbar verworfen.

Die Elektrokardiogramme wurden in einer Fallstatistik auf normale und pathologische Zeitphasen sowie auf Auffälligkeiten im Erregungsablauf untersucht.

Unsere besondere Aufmerksamkeit galt hierbei typischen Belastungsreaktionen (z.B. ST-Veränderungen, Rhythmusstörungen).

Ergebnisse und Diskussion

Rhythmus und Rhythmusstörungen im Elektrokardiogramm ausdauertrainierter Alterssportler im Anschluß an einen 5000 - Meter - Lauf

Wenn auch beim Sportler jüngeren Lebensalters die absolute Arrhythmie eine ausgesprochene Seltenheit darstellt, so wäre doch immerhin denkbar, daß der Einfluß der Alterungsvorgänge bei den Alterssportlern zum Auftreten einer absoluten Arrhythmie führt, zumal da die Vorhofflimmerarrhythmie im Alter keinen ungewöhnlichen Befund darstellt. So ist es interessant zu wissen, daß bei unseren Probanden weder in Ruhe (GRUNWALD) noch unter der intensiven Belastung des 5000-Meter-Laufes eine absolute Arrhythmie zu registrieren war. Hingegen fanden wir als nicht seltenen Befund das Auftreten einer Sinusarrhythmie, die wir als respiratorisch bedingt betrachteten. Diese respiratorische Arrhythmie gilt nach REINDELL als Zeichen besonders guter Funktionstüchtigkeit des Herzens; BUTSCHENKO konnte in seinem Untersuchungsgut in 76,2 % aller Fälle nach Belastung eine atmungsabhängige Sinusarrhythmie nachweisen. Bei unseren Erhebungen zeigten nach dem 5000-Meter-Lauf immerhin 13 von 51 Testpersonen die genannte Erscheinung.

Ein AV-Knoten-Rhythmus direkt nach Belastung war in keinem Falle festzustellen. Zwar tritt diese Erscheinung bei Sportlern nicht allzu selten auf, sie verschwindet jedoch gewöhnlich unter dem Einfluß der Belastung.

Bei einem Fünftel der Teilnehmer wurden Extrasystolen nachgewiesen. Hierunter fanden sich 3 Personen mit supraventriculären Extrasystolen, 5 Personen zeigten Extrasystolen vom ventriculären Typ und 1 Person bot sowohl ventriculäre als auch supraventriculäre Extrasystolen. Die Verteilung auf die verschiedenen Altersstufen läßt sich aus Tabelle 1 ersehen. Nur bei einem der über 70 Jahre alten Probanden kam es nach dem 5000-Meter-Lauf zu einer supraventriculären Extrasystolie.

Alters- gruppe	Sinus- Rhythmus	AV-Knoten- Rhythmus	Extrasystolen suprav. ventric.	
I	14	0	1	0
II	21	0	2	4
III	8	0	0	2
IV	4	0	0	0
V	4	0	1	0

Tab. 1 Rhythmus und Rhythmusstörungen in den verschiedenen Altersklassen nach Belastung



Abb. 1 Mittelwerte der Herzfrequenzen vor und nach Belastung mit Angabe der Extremwerte

Die aus dem Elektrokardiogramm ermittelten Pulsfrequenzen waren nach der Belastung im Durchschnitt noch recht hoch (Abb. 1, Seite 7). Außer der Gruppe der Teilnehmer zwischen 71 und 75 Jahren, die einen Mittelwert von 79,5 Schlägen pro Minute aufwiesen, lagen alle anderen Probanden mit der Herzfrequenz im Durchschnitt über 91 Schlägen pro Minute (Tab. 2). Es hatten jedoch nur 17 Läufer nach Belastung eine Frequenz von mehr als 100 Schlägen pro Minute (Tab. 3). Bei Lang- und Mittelstreckenläufern mittleren Alters liegen nach BUTSCHENKO in der 15. Erholungsminute die Herzfrequenzen noch 50 bis 70 Prozent über dem Ausgangswert. Gemessen an diesen Befunden sind die Pulsfrequenzen unserer Probanden in der Nachbelastungsphase als geradezu niedrig zu bezeichnen, was auf eine schnelle Erholung der alten Sportler hindeutet.

Alters- gruppe	Mittel- wert	unterer Extr.wert	oberer Extr.wert
I	94,07	56	142
II	97,43	68	150
III	91,25	66	112
IV	79,50	60	98
V	97,00	84	106

Tab. 2 Mittelwerte sowie untere und obere
Extremwerte der Pulsfrequenzen

Alters- gruppe	normal 60 - 100	verlang- samt	beschleu- nigt
I	9	1	4
II	13	0	8
III	5	0	3
IV	4	0	0
V	2	0	2

Tab. 3 Verteilung verlangsamer, normaler
und beschleunigter Herzfrequenzen

Veränderungen der elektrischen Herzachse nach einem
Langlauf über 5000 Meter

Nicht nur das Altern und die sportliche Tätigkeit an sich führen zu Richtungsänderungen der Herzachse, sondern es kommt in vielen Fällen auch als Folge einer Belastung zu einer Drehung des Summationsvektors der elektrischen Erregung. BUTSCHENKO konnte bei Lang- und Mittelstreckenläufern jüngeren Lebensalters in 44,1 % aller Fälle eine Rechtsdrehung, in 10,2 % eine Linksdrehung nachweisen.

Bei den von uns untersuchten Sportlern liegt die elektrische Herzachse im Elektrokardiogramm nach Belastung im Mittel zwischen $1,67^{\circ}$ (Gruppe IV) und 42° (Gruppe III), sie verläuft demnach vorwiegend links- bzw. indifferenztypisch (Tab. 4, Abb. 2 auf Seite 11).

Altersgruppe	Mittelwert α	unterer Extr.wert	oberer Extr.wert
I	27,64	-110	+83
II	42,00	-26	+79
III	23,12	-60	+75
IV	1,67	-70	+44
V	16,50	-74	+68

Tab. 4 Mittelwerte sowie untere und obere Extremwerte des Winkels alpha in den einzelnen Altersgruppen

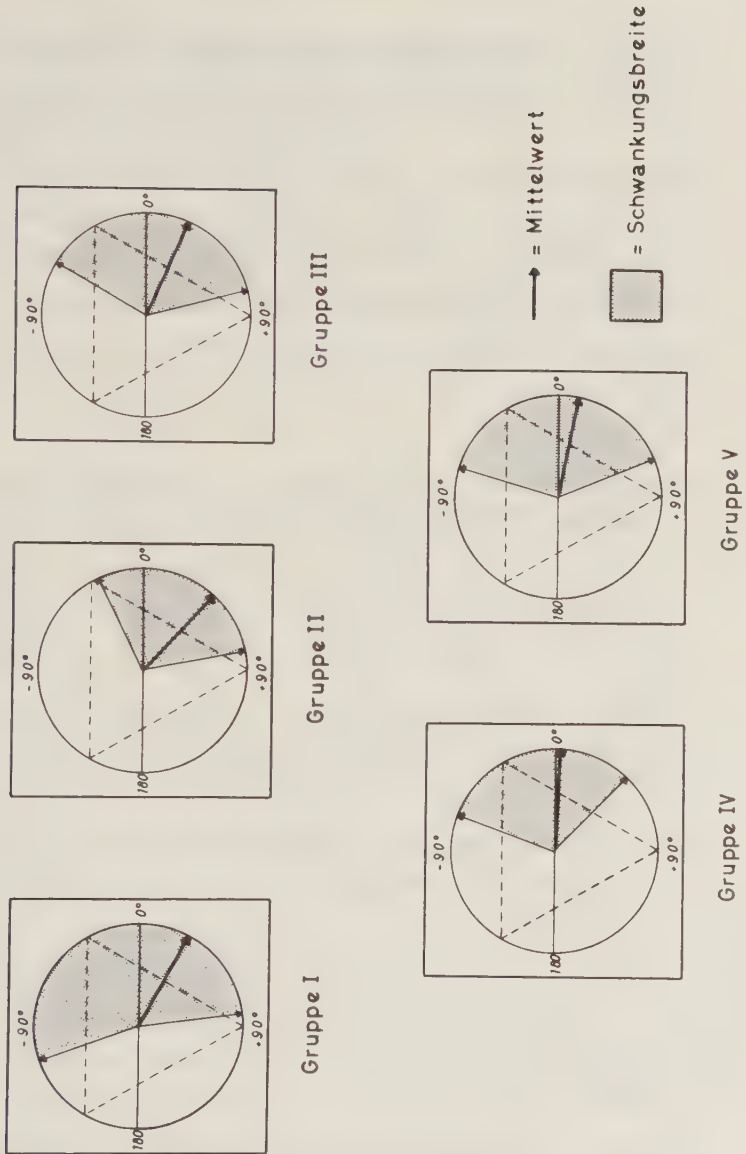


Abb. 2 Mittelwerte des Winkels alpha mit Angabe der Schwankungsbreite, eingezeichnet in den CABRERA-Kreis

Die genauere Aufgliederung der verschiedenen Lagetypen, die wir bei den Sportlern im Anschluß an die Belastung fanden, läßt sich aus Tabelle 5 erkennen. Es zeigt sich, daß immerhin 18 der 51 Sportler ein steiltypisches Elektrokardiogramm aufwiesen. Vergleichen wir mit dem Ruhebefund (GRUNWALD), so läßt sich dreimal eine Drehung nach links und sechsmal eine Drehung nach rechts feststellen, in 42 Fällen blieb die Herzachse in nahezu gleicher Lage.

Alters- gruppe	Normal-	Links-	Steil-	Rechtstyp
I	3	5	6	0
II	7	6	8	0
III	1	4	3	0
IV	3	1	0	0
V	1	2	1	0

Tab. 5 Die verschiedenen Lagetypen im Elektrokardiogramm nach Belastung

Veränderungen des Vorhof-Elektrokardiogrammes
ausdauertrainierter Alterssportler im Anschluß
an eine intensive Dauerbelastung

Hier interessieren besonders die Veränderungen der P-Zacke, also die Veränderungen der Erregungsausbreitung in den Vorhöfen, sowie die Überleitungszeit. Die zunehmende Querstellung des Herzens in Verbindung mit einer Drehung um die Längsachse, wie wir sie beim alternden Menschen antreffen, geht einher mit einer Zunahme der P-Dauer sowie mit einer Abflachung der P-Amplitude. Nach HOLZMANN werden dabei etwa die Grenzwerte der Norm erreicht, jedoch in der Regel nicht überschritten. Auch beim Sportler überschreitet die P-Dauer in Ruhe nicht den normalen Streubereich (BUTSCHENKO).

Im Gegensatz zu den bei älteren Menschen und bei Sportlern jüngeren Alters gewonnenen Befunden zeigten unsere Alterssportler eine deutliche Tendenz zur Verlängerung der P-Dauer. Die Mittelwerte liegen in allen Altersgruppen über 0,10 sec. (Tab. 6), ferner ist P in knapp der Hälfte aller Einzelwerte über 0,10 sec. verlängert (Tabelle 7). Wahrscheinlich kommt es hier zu einer Summierung der alters- sowie der trainingsbedingten Tendenz zur Verlängerung. Den Ausschlag scheint jedoch die akute Belastung durch den 5000-Meter-Lauf zu geben, da im Ruhe-Elektrokardiogramm die Mittelwerte in fast allen Alters-

stufen niedriger liegen als in der vorliegenden Untersuchung unter Belastungsbedingungen.

Alters- gruppe	Mittel- wert	unterer Extr.wert	oberer Extr.wert
I	0,10	0,04	0,16
II	0,11	0,10	0,16
III	0,13	0,10	0,15
IV	0,11	0,10	0,13
V	0,12	0,08	0,18

Tab. 6 Mittelwerte sowie untere und obere Extremwerte der Vorhoferregung in den verschiedenen Altersgruppen

Alters- gruppe	normal, 0,05-0,10"	verlän- gert
I	9	5
II	11	10
III	1	7
IV	3	1
V	2	2

Tab. 7 Verteilung normaler und verlängerter Vorhofwellen

Aus Tabelle 8 ist zu erkennen, daß es insbesondere in den 3 ältesten Teilnehmergruppen zu einem erheblichen Anstieg der mittleren P-Dauer kommt. Bei den 66- bis 70-jährigen steigt P von 0,10 auf 0,13 sec. an, bei den 71- bis 75-jährigen von 0,08 auf 0,11 sec. und bei den über 75-jährigen von 0,09 auf 0,12 sec.

Alters- gruppe	PQ		P		QRS		QT	
	vor	nach	vor	nach	vor	nach	vor	nach
I	0,16	0,16	0,11	0,10	0,09	0,09	0,39	0,35
II	0,16	0,17	0,10	0,11	0,09	0,08	0,40	0,36
III	0,15	0,18	0,10	0,13	0,09	0,08	0,39	0,37
IV	0,13	0,17	0,08	0,11	0,09	0,11	0,41	0,39
V	0,15	0,18	0,09	0,12	0,10	0,10	0,43	0,37

Tab. 8 Die Dauer der einzelnen Zeitabschnitte des Vorhof- und Kammerelektrokardiogrammes vor und nach Belastung

In fast allen Ableitungen sind die Amplituden der P-Zacken verhältnismäßig niedrig, doch im allgemeinen etwas höher als im entsprechenden Ruhe-EKG. Dies weist auf die Umstellung des Vagotonus in Richtung einer Ergotropie hin, wie sie unter Belastungsbedingungen immer eintritt.

Auch die PQ-Dauer unterliegt der zweifachen Wirkung einer physiologischen Umstellung: erstens dem Altern, zweitens der Mehrbelastung des Herzens durch das Ausdauertraining. Wenn auch die durch den Alterungsprozeß bedingte PQ-Verlängerung nach HOLZMANN und LEPESCHKIN stets im Bereich der Norm bleibt, so wird doch der Grenzbereich der PQ-Zeit von 0,20 sec. bei Dauersportlern häufig überschritten. Dies gilt für das Ruhe-EKG. Schon unter geringer Belastung kommt es hingegen zu einer Verkürzung der PQ-Zeit, die wieder den oberen Grenzwert von 0,20 sec. erreicht oder sogar unterschreitet (REINDELL). BUTSCHENKO fand in seinen Untersuchungen an 853 Sportlern jüngerer Alters nach einer 2 Minuten dauernden Belastung in 75 % aller Fälle eine Verkürzung der PQ-Dauer. Nach unseren Feststellungen liegen die Mittelwerte zwar in allen Altersgruppen unter 0,20 sec. und der obere Grenzwert wird nur in 5 Fällen überschritten (Tab. 9 und 10), doch läßt Tabelle 8 (Seite 15) erkennen, daß es in unserem Kollektiv der ausdauertrainierten Alterssportler mit steigendem Alter unter Belastung zu einem Anstieg der PQ-Dauer kommt. Wie bereits erwähnt, wird zwar auch in den ältesten Teilnehmergruppen die PQ-Zeit von 0,20 sec. nicht überschritten, doch ist im Ruhe-EKG die mittlere PQ-Dauer kürzer.

Alters- gruppe	Mittel- wert	unterer Extr.wert	oberer Extr.wert
I	0,16	0,10	0,19
II	0,17	0,14	0,22
III	0,18	0,16	0,20
IV	0,17	0,14	0,22
V	0,18	0,15	0,22

Tab. 9 Mittelwerte sowie untere und obere
Extremwerte der PQ-Dauer in den
einzelnen Altersklassen nach Belastung

Alters- gruppe	normal 0,12 - 0,20"	verlän- gert
I	14	0
II	18	3
III	8	0
IV	3	1
V	3	1

Tab. 10 Verteilung normaler und ver-
längerter Überleitungszeiten
nach Belastung

Wie ist dies zu erklären? Sollte das jahrzehntelange Ausdauertraining bei diesen alten Männern der Zunahme der PQ-Zeit, also dem physiologischen Alterungsprozeß entgegengewirkt haben oder trainierten die Angehörigen der 3 höchsten Altersgruppen weniger, wodurch der die PQ-Dauer verlängernde Einfluß des Trainings ausblieb? Wenn auch die Leistungsanamnese (ANAGNOSTOU) zu diesem Punkt neue Aspekte bringen könnte, so wird diese Frage doch letztenendes unbeantwortet bleiben müssen, da die Anzahl der Untersuchten gerade in den ältesten Teilnehmergruppen zu niedrig ist, um statistisch signifikante Aussagen treffen zu können.

Das Kammerelektrokardiogramm ausdauertrainierter
Alterssportler unter dem Einfluß eines Langlaufes
über 5000 Meter

Wie die Zeitphasen des Vorhof-EKG, so weisen auch die verschiedenen Abschnitte des Kammer-EKG mit zunehmendem Alter eine Neigung zur Verbreiterung bzw. zur Verlängerung auf (HOLZMANN). Doch auch der Trainingseinfluß führt des Öfteren zu einer Verbreiterung des Kammerkomplexes (REINDELL). Mit der Feststellung BUTSCHENKO's, daß sich der Kammerkomplex nach Belastung nicht wesentlich verändert, stimmen unsere Ergebnisse weitgehend überein. Nur in den beiden ältesten Gruppen war im Belastungs-EKG QRS über 0,10 sec. verlängert: zweimal in der Gruppe der 71- bis 75-jährigen, einmal bei den über 75-jährigen (Tab. 11).

Altersgruppe	normal, 0,06-0,10"	verlängert
I	14	0
II	21	0
III	8	0
IV	2	2
V	3	1

Tab. 11 Verteilung normaler und verlängerter Kammererregungen im Belastungs-Elektrokardiogramm

Auch die Mittelwerte der QRS-Dauer sind in den beiden ältesten Gruppen am höchsten (Tab. 12). Zu einer wesentlichen belastungsbedingten QRS-Verbreiterung kam es jedoch nicht, wie Tabelle 8 (Seite 15) erkennen läßt. In der jüngsten Teilnehmergruppe war die QRS-Dauer vor und nach dem 5000-Meter-Lauf im Mittel gleich. In den beiden folgenden Altersstufen (Gruppe II und III) kam es sogar zu einer geringen Abnahme der mittleren QRS-Dauer. Nur in der Gruppe der 71- bis 75-jährigen stieg QRS von 0,09 auf 0,11 sec. an.

Alters- gruppe	Mittel- wert	unterer Extr.wert	oberer Extr.wert
I	0,09	0,07	0,10
II	0,08	0,06	0,10
III	0,08	0,07	0,10
IV	0,11	0,09	0,14
V	0,10	0,08	0,14

Tab. 12 Mittelwerte sowie untere und obere Extremwerte der QRS-Dauer in den verschiedenen Altersgruppen

Zu einem Neuauftreten von Links- oder Rechtsschenkelblockbildern kam es nach der Ausdauerbelastung nicht, gleiches gilt für die Verspätungskurven.

Die Mittelwerte des rechtspraecordialen Umschlagspunktes in den verschiedenen Altersgruppen (Tab. 13) entsprechen den von GRUNWALD gefundenen weitgehend.

Alters- gruppe	Mittel- wert	unterer Extr.wert	oberer Extr.wert
I	0,033	0,020	0,060
II	0,028	0,010	0,050
III	0,025	0,020	0,030
IV	0,026	0,020	0,030
V	0,043	0,030	0,060

Tab. 13 Mittelwerte sowie untere und obere
Extremwerte des rechtspraecordialen
Umschlagspunktes nach Belastung

Nur bei 8 Teilnehmern war der obere Umschlagspunkt rechtspraecordial über 0,03 sec. verspätet (Tab. 14). Eine Rechtsverspätung ist jedoch nicht nur unter Belastungsbedingungen, sondern auch beim ruhenden ausdauertrainierten Sportler physiologisch und oftmals nur das einzige Zeichen einer rechtsventriculären Belastung eines insgesamt harmonisch hypertrophierten Herzens (KORTH und SCHMIDT).

Alters- gruppe	verspätet > 0,03"
I	3
II	3
III	0
IV	0
V	2

Tab. 14 Rechtspraecordiale
Verspätung des
oberen Umschlagspunktes

Eine Linksverspätung, d.h. eine Verspätung des linkspraecordialen oberen Umschlagspunktes über 0,055 sec., wurde in den 51 EKG-Aufzeichnungen nach dem 5000-Meter-Lauf nur in 2 Fällen beobachtet (Tab. 15). Die Mittelwerte des linkspraecordialen oberen Umschlagspunktes liegen in allen Altersgruppen eindeutig unter 0,055 sec. (Tab. 16).

Alters- gruppe	verspätet > 0,055"
I	0
II	1
III	0
IV	0
V	1

Tab. 15 Linkspraecordiale
Verspätung des oberen
Umschlagpunktes

Alters- gruppe	Mittel- wert	unterer Extr.wert	oberer Extr.wert
I	0,046	0,040	0,050
II	0,045	0,030	0,060
III	0,040	0,030	0,050
IV	0,040	0,040	0,040
V	0,053	0,050	0,060

Tab. 16 Mittelwerte sowie untere und obere
Extremwerte des linkspraecordialen
Umschlagpunktes nach Belastung

Zur Beurteilung einer Hypertrophie sind die Amplituden von R und S sowie die Amplitudenrelationen auch für das alternde Sportlerherz von Bedeutung. Hingegen sind diese Größen und deren Verhältnis für die Wertung einer Belastungsreaktion uninteressant. Auf eine nähere Beschreibung der in Tabelle 17 und 18 wiedergegebenen Befunde (SOKOLOW-Indices) wird daher verzichtet.

Alters- gruppe	Mittel- wert	unterer Extr.wert	oberer Extr.wert
I	2,92	2,00	4,50
II	2,99	1,50	5,70
III	2,45	0,70	3,60
IV	2,01	1,30	3,00
V	1,71	0,95	2,45

Tab. 17 Mittelwerte sowie untere und obere
Extremwerte des SOKOLOW-Index des
linken Ventrikels

Alters- gruppe	Mittel- wert	unterer Extr.wert	oberer Extr.wert
I	0,56	0,15	1,80
II	0,58	0,25	1,00
III	0,56	0,15	1,00
IV	0,63	0,40	1,00
V	0,80	0,30	1,40

Tab. 18 Mittelwerte sowie untere und obere
Extremwerte des SOKOLOW-Index des
rechten Ventrikels

Von weitaus größerer Bedeutung sind die Veränderungen der Zwischenstrecke. Aus dem Verhalten der ST-Strecke unter Belastung wird in der Klinik die Möglichkeit einer Coronarinsuffizienz beurteilt. Nicht jede ST-Senkung, die unter Belastung auftritt, deutet auf eine Coronarinsuffizienz hin, nicht jeder erhöhte ST-Abgang auf einen frischen Herzinfarkt. Wir müssen unterscheiden, ob es sich um eine ascendierende, horizontale oder descendierende ST-Senkung handelt bzw. wie die gehobene Strecke verläuft, in welchen Ableitungen sie sich lokalisiert und, was besonders wichtig ist, ob die ST-Hebung bei einem gesunden Sportler oder bei einem coronarkranken

Herzpatienten im Elektrokardiogramm nachgewiesen wurde. Eine ST-Streckenhebung über die Isoelektrische hinaus in den rechtspraecordialen Ableitungen ist für das durch die Vagotonie geprägte Elektrokardiogramm des Sportlers geradezu charakteristisch. So ist es nicht verwunderlich, daß wir bei unseren Alterssportlern im Anschluß an den Lauf in 16 Fällen eine ST-Elevierung feststellen konnten. Diese ST-Hebungen überschritten jedoch niemals 0,25 mV und waren durchweg bereits im Ruhe-EKG nachweisbar. Sie sind also nicht Ausdruck einer eventuellen subepicardialen Ischaemie, die unter Belastung aufgetreten wäre, sondern ein Zeichen des guten Trainingszustandes des Herzens, der sich schon kurze Zeit nach intensiver Belastung in einer Umschaltung der Ergotropie in die Trophotropie mit Ausbildung eines Vagotonie-EKG äußert.

Alters- gruppe	gesenkt	iso- elektrisch	eleviert
I	2	6	6
II	2	11	8
III	2	6	0
IV	2	0	2
V	3	1	0

Tab. 19 Verteilung gesenkter, isoelektrischer und elevierter ST-Strecken

ST-Senkungen waren im Belastungs-EKG in 11 Fällen nachzuweisen, eine für den Sportler geringeren Lebensalters ungewöhnliche Reaktion. Obgleich neben 2 Fällen ascendierender ST-Senkung auch 7-mal eine horizontale und bei 2 weiteren Probanden eine descendierende Senkung nachgewiesen werden konnte, waren die klinischen Zeichen einer Coronarinsuffizienz bei keinem der Untersuchten zu beobachten. Einer der 5000-Meter-Läufer mit elektrokardiographisch nachgewiesener ST-Senkung muß nach den anamnestischen Angaben sogar unter die körperlich leistungsfähigsten Bewerber eingereiht werden.

Neben den im überwiegenden Teil der Elektrokardiogramme festzustellenden hohen T-Wellen als Zeichen der Vagotonie konnten, besonders in den 2 ältesten Gruppen, negative bzw. biphasische T-Wellen nachgewiesen werden (Tab. 20).

Alters- gruppe	-T-Welle negativ	
	in V ₁	in V ₂ -V ₆
I	5	1
II	5	0
III	1	0
IV	2	2
V	1	2

Tab. 20 Verteilung negativer T-Wellen

Da diese T-Wellen in anderen Ableitungen als in V_1 registriert wurden, sind sie als abnorme Belastungsreaktionen zu werten.

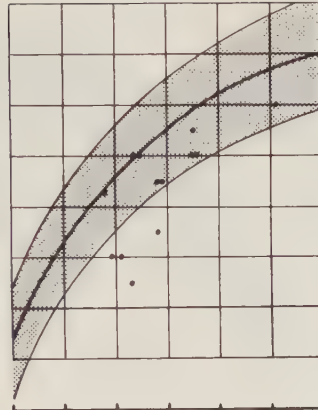
Die QT-Zeit ist abhängig von der Herzfrequenz, sie nimmt ab mit schnellerer Schlagfolge. Es muß daher zur Beurteilung der QT-Dauer stets der frequenzentsprechende Normwert zugrunde gelegt werden. Die Beurteilung, ob eine QT-Zeit normal, verkürzt oder verlängert ist, läßt sich am zweckmäßigsten mittels eines Diagrammes durchführen, in dem die QT-Dauer in Abhängigkeit von der Pulsfrequenz dargestellt ist (HEGGLIN und HOLZMANN) (Abb. 3a - 3d, Seite 29 und 30). Hier sind die Mittelwerte für die einzelnen Frequenzstufen sowie die normale Streubreite eingezeichnet. Nach HOLZMANN ist direkt nach einer Belastung in der Regel eine die Frequenzzunahme relativ überschießende Verkürzung der QT-Dauer festzustellen. Nach SCHLOMKA, REINDELL und MELLEROWICZ kommt es auch bei Trainierten über die frequenzbedingte Verkürzung hinaus zu einer sogenannten "zusätzlichen Systolenverkürzung", ein Befund, der von BUTSCHENKO bestätigt werden konnte. Er fand bei Sportlern in 90,2 % der Fälle eine QT-Verkürzung nach Belastung.

Auch in unserem Kollektiv liegen in allen Altersstufen die Einzelbefunde der QT-Dauer unter dem frequenzbezogenen Mittelwert eines Normalkollektives (HEGGLIN und HOLZMANN). In der Gruppe der 70- bis 75-jährigen und der ältesten Gruppe liegen die Meßwerte der QT-Zeit sogar unterhalb der unteren Normgrenze.

QT-Dauer
in sec.

Gruppe I

0,20
0,24
0,28
0,32
0,36
0,40
0,44
0,48



Mittelwert und
Extremwerte
nach
HEGLIN u. HOLZMANN

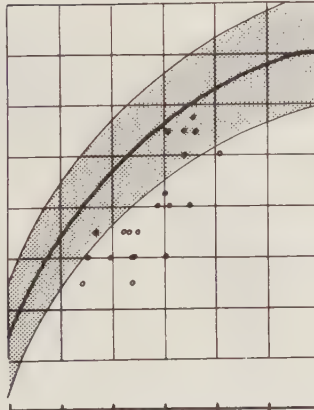
Frequenz

40 60 80 100 120 140 160

QT-Dauer
in sec.

Gruppe II

0,20
0,24
0,28
0,32
0,36
0,40
0,44
0,48



Mittelwert und
Extremwerte
nach
HEGLIN u. HOLZMANN

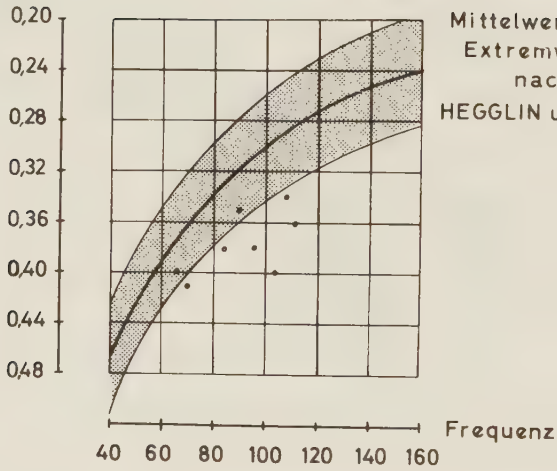
Frequenz

40 60 80 100 120 140 160

Abb. 3a, b Die QT-Zeit in Abhängigkeit von der Frequenz,
eingezeichnet in die Normkurve

QT-Dauer
in sec.

Gruppe III



QT-Dauer
in sec.

Gruppen IV u. V

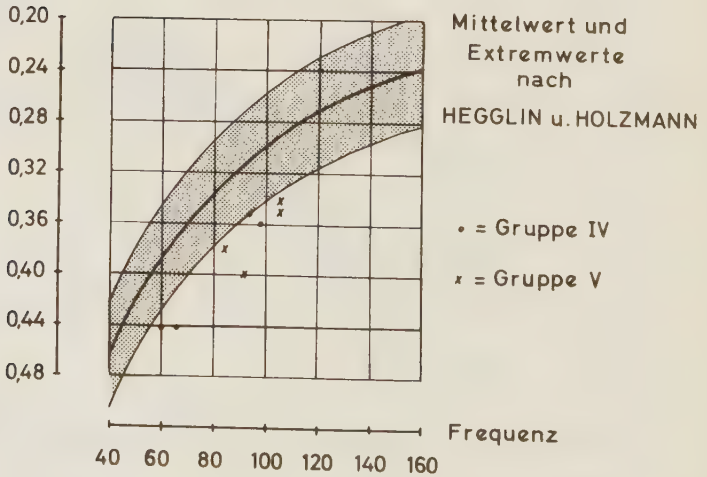


Abb. 3c, d Die QT-Zeit in Abhängigkeit von der Frequenz,
eingezeichnet in die Normkurve

Kasuistik

Im folgenden soll über 3 Alterssportler berichtet werden, die als gemeinsames Merkmal eine Hypertonie aufwiesen und in deren Elektrokardiogrammen nach Belastung charakteristische Ischaemiereaktionen auftraten, ohne daß sich gleichzeitig die klinischen Zeichen einer Coronarinsuffizienz einstellten.

1. Fall: (Kurvenbeispiel Seite 32)

Vo., 58-jähriger Leistungssportler, dessen regelmäßiges Ausdauertraining über 1 Jahr zurück liegt. Seine Hypertonie wird mit blutdrucksenkenden Mitteln behandelt.

Im Ruhe-EKG läßt sich lediglich in V_6 eine flach diphasische T-Welle nachweisen.

Nach Belastung kommt es zu einer Abflachung von T in V_4 und zu einer T-Wellen-Inversion in V_5 und V_6 . Die Veränderungen sind wahrscheinlich auf die bei dem Probanden seit einiger Zeit bestehende Hypertonie zurückzuführen. Zeichen einer Coronarinsuffizienz waren klinisch nicht festzustellen.

Vor

V₁

V₁

V₂

V₃

V₄

V₅

V₆

nach

V₁

V₂

V₃

V₄

V₅

V₆

2. Fall: (Kurvenbeispiel Seite 34)

Mü., 65-jähriger Sportler, der erst im Alter von 60 Jahren mit gelegentlichem Intervall-Training begonnen hat. Sein letztes Training liegt mehr als 1 Jahr zurück. Bei der sportärztlichen Untersuchung wurde erstmals ein erhöhter Blutdruck festgestellt.

In Ruhe zeigt sich ein normaltypisches unauffälliges Elektrokardiogramm, kein Anhalt für Rechts- oder Linksbelastung.

Nach körperlicher Anstrengung kommt es jedoch zu horizontalen (V_2 und V_3) und auch descendierenden (V_4 bis V_6) ST-Senkungen, die den Kriterien einer Ischaemie-reaktion in der Herzstromkurve entsprechen. Auffallend ist weiterhin die erhebliche Zunahme der PQ-Zeit nach Belastung. Außer einer Tachycardie konnten bei der klinischen Untersuchung nach dem Lauf keinerlei auffallende Befunde erhoben werden, insbesondere wurden keine pekt-anginösen Beschwerden angegeben.

Mü. vor

I

V₁

II

V₂

III

V₃

aVR

V₄

aVL

V₅

aVF

V₆

nach

V₁

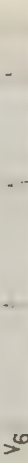
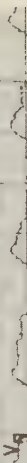
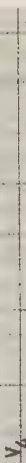
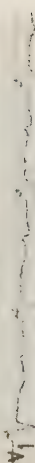
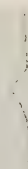
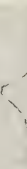
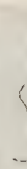
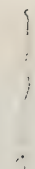
V₂

V₃

V₄

V₅

V₆



3. Fall: (Kurvenbeispiel Seite 36)

Vgtm., 73-jähriger aktiver Leistungssportler. Sein jetziges regelmäßiges Training (2 1/2 Stunden in der Woche) hat er mit 72 Jahren wieder begonnen, nachdem er früher Langstrecken gelaufen war. Eine Hypertonie ist bei ihm seit längerer Zeit bekannt, jedoch wird die angefangene medikamentöse Behandlung nicht konsequent fortgesetzt.

Das Ruhe-EKG ist unauffällig, ein durch die Hypertonie geprägter Erregungsablauf läßt sich nicht erkennen. Nach Belastung kommt es jedoch zu horizontalen bis leicht descendierenden ST-Senkungen in V_3 bis V_6 . Pektanginöse Beschwerden wurden nicht bemerkt.

Vgtn. vor

V₁

V₂

V₃

V₄

V₅

V₆

nach

V₁

V₂

V₃

V₄

V₅

V₆

Schlußfolgerung

Es zeigt sich, daß es auch bei sportlich trainierten älteren Männern nach einer anstrengenden Dauerbelastung zu Veränderungen im Erregungsablauf kommen kann, die die charakteristischen Merkmale der myocardialen Ischaemie zeigen. Hierbei fällt jedoch auf, daß selbst erhebliche ST-Senkungen nicht mit den klinischen Zeichen einer Coronarinsuffizienz einhergehen, und daß häufig die Anamnese der durch diese auffälligen Befunde gekennzeichneten Probanden eine gute, zum Teil sogar eine ausgezeichnete Leistungsfähigkeit aufdeckt.

Eine Erklärung für die Diskrepanz zwischen Erregungsablauf im Elektrokardiogramm und klinischem Befund kann derzeit noch nicht gegeben werden, ferner läßt sich noch nicht entscheiden, ob eine positive Belastungsreaktion im Elektrokardiogramm als absolute Gegenindikation für körperliches Training im Alter betrachtet werden muß. Vielmehr stellt sich die Frage, ob nicht gerade das körperliche Training das klinische Bild der Coronarinsuffizienz verhindert bzw. maskiert.

Zusammenfassung

Wir untersuchten 51 Alterssportler im Anschluß an einen 5000-Meter-Lauf elektrokardiographisch auf normale und pathologische Zeitphasen sowie auf Auffälligkeiten im Erregungsablauf. Es konnte folgendes beobachtet werden:

1. Eine absolute Arrhythmie wurde bei keinem Probanden festgestellt, jedoch zeigten immerhin 13 von 51 Testpersonen eine atmungsabhängige Sinusarrhythmie nach Belastung.
2. Bei einem Fünftel der Teilnehmer traten Extrasystolen auf, ein AV-Knoten-Rhythmus wurde in keinem Falle nachgewiesen.
3. Die aus den Elektrokardiogrammen ermittelten Pulsfrequenzen lagen in der Nachbelastungsphase noch recht hoch, jedoch hatten nur 17 Läufer eine Frequenz über 100 Schlägen pro Minute.
4. Bei unseren Alterssportlern verlief die elektrische Herzachse vorwiegend links- bzw. indifferentypisch, immerhin zeigten jedoch 18 der 51 Probanden einen steiltypischen Kurvenverlauf.
5. Die Mittelwerte der P-Dauer lagen in allen Altersgruppen bei Werten über 0,10 sec., ferner war P in knapp der Hälfte aller Einzelwerte über 0,10 sec. verlängert.

6. Mit steigendem Alter kam es bei unseren ausdauertrainierten Sportlern zu einem Anstieg der PQ-Dauer, wobei die Mittelwerte unter 0,20 sec. lagen.
7. Bei den ältesten Teilnehmern wurde zwar in 3 Fällen eine Verlängerung des Kammerkomplexes über 0,10 sec. nachgewiesen, jedoch ließ sich keine wesentliche belastungsbedingte QRS-Verbreiterung feststellen.
8. Trotz intensiver Dauerbelastung traten keine neuen Befunde von Blockbildern oder Verspätungskurven auf.
9. In 16 Fällen konnten wir ST-Elevierungen feststellen. Sie überschritten jedoch niemals 0,25 mV und waren durchweg bereits im Ruhe-EKG nachweisbar. Ferner waren im Belastungs-EKG 11 ST-Senkungen zu finden.
10. Neben den hohen T-Wellen als Zeichen der Vagotonie zeigten sich besonders in den beiden ältesten Gruppen negative bzw. biphasische T-Wellen.
11. In allen Altersgruppen lagen die Einzelwerte der QT-Dauer unter dem frequenzbezogenen Mittelwert eines Normalkollektives (HEGGLIN und HOLZMANN).

Literaturnachweis

1. ANAGNOSTOU, A.

Inaugural - Dissertation

Erlangen 1970

2. BÜRGER, M.

Altern und Krankheit

Kapitel:

Alternsveränderungen der PQ-, QRS- und QT-Zeit

Allgemeine und spezielle Alternsphysiologie

Leipzig 1957

3. BUTSCHENKO, C.A.

Das Ruhe- und Belastungs-EKG bei Sportlern

Kapitel:

Charakteristik des normalen Elektrokardiogrammes des Sportlers

Veränderungen im Elektrokardiogramm nach körperlicher Belastung

Übertrainingszustand

Sportmedizinische Schriftenreihe Heft 1

Leipzig 1965

4. GRUNWALD, G.

Inaugural - Dissertation

Erlangen 1970

5. HOLZMANN, M.

Klinische Elektrokardiographie

Kapitel:

Einflüsse des Lebensalters auf das EKG

Einflüsse körperlicher Arbeit

Stuttgart 1965

6. KLEPZIG, H., D. MÜLLER, H. REINDELL

Über das EKG während Belastung und seine
klinische Bedeutung

Z. Kreisl.forschg. 45, 741 (1956)

7. KÖHLER, U.

Handbuch der praktischen Geriatrie, Band I

Herausgeber: W. DOBERAUER

Kapitel:

Das Altersherz

Stuttgart 1965

8. KORTH, C.

Klinische Elektrokardiographie

Kapitel:

Der Einfluß der Herzlage auf das Elektrokardiogramm

Die Störung der Reizbildung

Störung der intraventrikulären Erregungsleitung

München, Berlin, Wien 1957

9. KORTH, C. und J. SCHMIDT
Klinische Elektrokardiographie
Kapitel:
Die Erregungsverspätung
München 1969
10. KOSSMANN, C.E.
The Normal Electrocardiogram
Circulation 8, 920 (1953)
11. LANG, E.
Kleines EKG-Seminar
Kapitel:
Das normale Elektrokardiogramm
Köln 1968
12. LEPESCHKIN, E.
Modern Electrocardiography, Vol. I
Kapitel:
Influence of Physiological Factors of the
Electrocardiogram
Baltimore 1951
13. MELLEROWICZ, H.
Über das Leistungsherz
Fortschr. Med. 15, 387 (1958)

14. MICHEL, D.

Die Lebenswandlungen der menschlichen Herzstromkurve
Verh. Dtsch. Ges. Kreisl.forsch. 24, 104 (1958)

15. REINDELL, H.

Herz, Kreislaufkrankheiten und Sport
Kapitel:
Der Rhythmus
Die ST-Strecke und T-Zacke
Die atrioventriculäre Überleitung
Der Kammerkomplex
München 1960

16. REINDELL, H.

Zur Frage der Durchblutungsnot beim vergrößerten
Sporthertzen
Dtsch. med. Wschr. 77, 911 (1952)

17. REINDELL, H.

Diagnostik der Kreislauffrñhschäden
Kapitel:
Das Belastungs-EKG
Stuttgart 1949

18. SCHEER, P. und D. ALBERS

Über das P-Q-Intervall im menschlichen Elektro-
kardiogramm
Z. Kreisl.forsch. 32, 87 (1940)

19. SCHLOMKA, G. und H. KREUTZMANN
Beiträge zur klinischen Elektrokardiographie
Z. klin. Med. 129, 532 (1936)
20. SCHLOMKA, G. und H. REINDELL
Beiträge zur klinischen Elektrokardiographie
Z. klin. Med. 130, 313 (1936)
21. SCHMIDT, J.
Haemodynamik und EKG
Kapitel:
Der Typ des Kammer-EKG
München und Berlin 1961
22. SCHMIDT, J.
Seminar über internistische Untersuchungsmethoden
in der Sportmedizin
Erlangen 1969
23. SCHWARZBACH, H.
Über die Häufigkeit einiger elektrokardiographischer
Veränderungen bei älteren Menschen
Zeitschrift für Alternsforschung 15, 17 (1961)
24. SPANG, K.
Altersherz und Kardiosklerose
Dtsch. med. Wschr. 79, 318 (1954)

Lebenslauf

Am 27. Januar 1944 wurde ich als Tochter des Hauptwachtmeisters der Gendarmerie Ewald Caesar und dessen Ehefrau Anna geb. Wieneke in Freckenhorst / Westfalen geboren. Mein Vater starb 1945 in Rußland.

Nach 4 Jahren Volksschule und 10-jährigem Besuch eines neusprachlichen Gymnasiums bestand ich 1964 in meiner Heimatstadt Ibbenbüren die Reifeprüfung.

Im Sommersemester 1964 begann ich in Frankfurt am Main das Studium der Medizin. Nach dem 3. Semester wechselte ich den Studienort und setzte meine Ausbildung an der Universität Erlangen - Nürnberg fort. Das Staatsexamen bestand ich am 29. Juli 1970.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990
